

B-2 沈水性植物を用いた浅い湖沼の水環境保全 —石土池を対象として—

○森本 敬光^{1*}・村上 雅博¹

¹高知工科大学大学院基盤工学専攻（〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185）

* E-mail: 135118r@gs.kochi-tech.ac.jp

1. 背景

日本の河川・湖沼・海域の水質環境は、1950年代以降の高度経済成長期に大幅に悪化した。水質環境の悪化に伴って公害や環境問題が発生し、大きな社会問題となった。日本政府は巨額の国家予算を配分して下水道整備を進め、河川や海域の水質環境は大きく改善された。しかし、水深の浅い湖沼は河川や海域と比較して水の循環速度が遅いため窒素やリンなどの栄養塩類が滞留しやすく、アオコや淡水赤潮の発生などの富栄養化が進行しているケースが多い。

湖沼の水質汚濁を改善する方法として近年注目されているのがパイオマニピュレーションである。これは、浅い水域での水界生態系における食物連鎖の一部をコントロールすることによって生物多様性のリンクを保ちつつ水質環境を改善する方法であり、オランダやドイツなどで積極的に導入されている。

今回はパイオマニピュレーションのベースとして沈水性植物（シャジクモ *Chara*）が果たす水質環境改善効果に注目し、光合成による酸素放出量と溶存二酸化炭素の吸収量の時間変化量を現場（石土池）と室内ミニモデルの両方で測定して考察した結果を以下に示す。

2. 目的

本研究の目的は、沈水性植物（シャジクモ）の環境改善効果に着目し、光合成による酸素放出量と溶存二酸化炭素の吸収量を定量的に明らかにし、パイオマニピュレーションの第一ステップとして沈水性植物を導入したケースにおける浅い湖沼の水質環境の改善及び保全モデルを検討することである。

3. 石土池の概要

石土池は高知県南国市十市の十市パークタウンにある雨水調整池である。従来は地下水の湧水からなる小さな自然池であったが、十市パークタウンの宅地開発に伴う都市雨水の排水制御を目的として、平成2年に雨水調整池として従来の池を約4倍（約25ha、周囲は約4km）に広げて整備された。

石土池は雨水調整池としての機能を重視して施工されたが、ハスやシャジクモ等の水性植物が繁茂し、イシガメ、テナガエビ、ブラックバス、ナマズ等様々な生物が生息しており、多様な自然生態系を合わせ持っている。また、釣りや散策、バードウォッチング等が盛んに行われており、人々の憩いの場としても重要な役割を果たしている。

しかし、宅地開発による水質環境の悪化や外来種による生態系の破壊などの問題が発生している。その代表的な問題の一つがホテイアオイの増殖であり、夏季に湖面を覆い、冬季に枯死して湖底にヘドロと化して堆積するため、水質環境が悪化するのみならず雨水調整池の貯留能力を著しく低下させ、洪水災害被害のポテンシャルが高まってきていることにも注意が必要である。



図-1 高知県南国市 石土池

4. 石土池における水質環境の現地観測

石土池の水質環境を調査するために、天気は快晴だった2008年9月27日の6時から18時までの昼間12時間、水質計測機器(YSI-6600)を用いて10分間隔で水温、pH、電気伝導率(EC)、溶存酸素量(DO)、濁度、クロロフィルの測定をシャジクモの群生地点で行った。

また、実験の再現性の検証と新たな項目の測定のために天気は快晴だった2009年9月19日の20時から20日の20時までの24時間、前回と同じ地点で水質計測機器(YSI-6600)を用いて10分間隔で水温、pH、電気伝導率(EC)、溶存酸素量(DO)、濁度、クロロフィルを、新たに溶存二酸化炭素量をTetra test CO₂ Test Kitを用いて1時間毎に測定した。



図-2 シャジクモの群生地点での水質観測

5. 石土池における溶存酸素量、溶存二酸化炭素量、全天日射量の時間変化の観測結果と考察

石土池における現地観測の結果を分析すると、2008年9月27日の場合は溶存酸素量は全天日射量が増加していた6時から13時までは1時間に平均0.53mg/l ずつ上昇し、全天日射量が減少し始めた14時以降は1時間に平均0.81mg/l ずつ減少している(図-3参照)。

2009年9月19日-20日の場合も前回と同様に溶存酸素量は全天日射量が増加していた20日の6時から13時までは1時間に平均0.87mg/l ずつ上昇し、全天日射量が減少し始めた14時以降は1時間に平均0.34mg/l ずつ減少している(図-4参照)。また、溶存二酸化炭素量も19日20時から20日5時までの夜間は1時間に平均1.20mg/l ずつ上昇し、太陽光が当たり始めた6時から13時までは1時間に平均1.43mg/l ずつ減少して、全天日射量が減少し始めた14時以降は1時間に平均0.40mg/l ずつ再び上昇した。

以上から、沈水性植物(シャジクモ)の光合成反応過程における溶存酸素量は午前中の全天日射量に大きく依存

し、溶存酸素量が増加すれば溶存二酸化炭素量が減少する反比例の関係にあることが分かる。

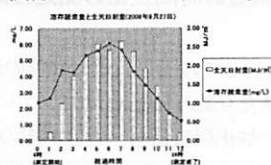


図-3 石土池における全天日射量と溶存酸素量の時間変化



図-4 石土池における溶存酸素量、溶存二酸化炭素量、全天日射量の時間変化

6. 室内ミニモデルを用いた溶存酸素量と溶存二酸化炭素量の測定

石土池での観測結果を基にして、現場では計測できない「光量が一定」の条件下での溶存酸素量と溶存二酸化炭素量の変化を、水槽を用いた室内実験により連続測定した。

室内実験では、縦20cm、横60cm、高さ30cm、容積36リットルの水槽を縦20cm、横20cm、高さ30cm、容積12リットルに区切った3槽構造の特殊なガラス製の水槽(図-5参照)に、石土池から採取した沈水性植物のシャジクモを6本ずつ移植して植物専用育成用ライト(4201x)を12時間連続照射し、1時間毎の溶存酸素量と溶存二酸化炭素量の変化を測定した。なお、実験は太陽光の影響を避けるため2009年1月18日午後18時から2009年1月19日午前6時までの夜間に測定を行い、溶存酸素量の測定にはYSI model 58を、溶存二酸化炭素量の測定にはTetra test CO₂ Test Kitを使用した。

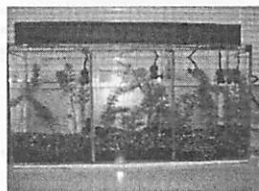


図-5 移植した沈水性植物(シャジクモ)を用いた室内ミニモデル実験

7. 室内ミニモデルにおける溶存酸素量と 溶存二酸化炭素量の時間変化の測定結果と考察

測定の結果を分析してみると、近似曲線の式より溶存酸素量は1時間あたり約0.16mg/l増加している(図-6参照)。また溶存二酸化炭素量も、近似曲線の式より1時間あたり約2mg/lずつ減少している(図-7参照)。なお、溶存二酸化炭素量が2mg/lで停止しているように見えるのは、今回使用した測定試薬の制度限界値が2mg/lであることによる。

今回の実験では、光量(照度)は太陽光の約1/75程度しかないにもかかわらず、溶存酸素の増加量は現場観測のときの約1/3となり、少ない光量でも高い光合成効果を得ることができた。また、二酸化炭素も1時間あたり約2mg/lずつ吸収しており、二酸化炭素吸収効果も高いことが分かる。

溶存酸素量のデータを現場観測のデータと比較してみると、現場観測の時は溶存酸素の増加量は一定ではなく時間によって大きく変化しているのに対して、室内実験の場合は、最初の3~4時間程度は増加量の変化が大きいものの4時間以降はほぼ一定の値ずつ微増している。このことから、光量が時間的に変化しない場合、溶存酸素量は一定の量ずつ増加し、急激に増加したり減少することは無い。よって、溶存酸素量は光量(全日射量)に大きく依存していることが実験でも確認できた。また、2009年1月23日に行った再現性の検証実験でも同様の結果が得られ、再現性も確認することができた。

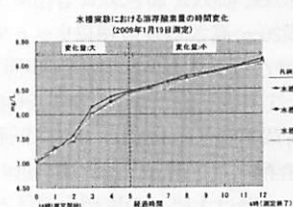


図-6 水槽実験における溶存酸素量の時間変化

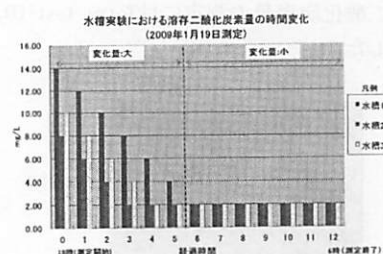


図-7 水槽実験における溶存二酸化炭素量の時間変化

8. まとめ

観測結果と室内実験の結果より、沈水性植物は全日射量が最も多くなり水質環境が悪化しやすい夏季に最大限の浅い湖沼の酸素環境改善効果を発揮することが期待される。

また、冬季に枯死せず越冬する常緑の水草類も存在するため、流出入のある半閉鎖系の湖沼においては枯死による水質悪化や維持管理に費用が掛かる浮葉性植物のホテイアオイ等と比較しても経済的に有利である。

仮に、室内ミニモデル実験で観測された二酸化炭素吸収パラメーターを適用すれば、石土池全体に沈水性植物が繁茂させた場合、1日あたり約5.7トン、年間で約12,186トンの二酸化炭素を削減するポテンシャルがあるため、僅かながらでも地域の地球温暖化対策にも間接的に貢献していると評価できる。

9. 今後の課題

今後の課題としては、石土池には室内ミニモデル実験で使用したシャジクモ以外にもカボンバ(*Cabomba caroliniana*)が群生しており、これらの沈水性植物でも同様の実験を行い、種類によって溶存酸素量や二酸化炭素吸収量にどの程度違いがあるのかを比較実験する必要がある。また、室内実験でも光量を今回の実験の2倍、3倍に増やした場合、溶存酸素量や二酸化炭素吸収量がどのように変化するかを調査することや、石土池全体に沈水性植物を順次繁茂させていく場合、常緑性の種に着目して、沈水性植物の維持管理をどのように行っていくかを検討することも今後の社会実装に向けて必要である。

10. 参考文献

- 1) 斉藤由貴, 2002, “雨水調整池における水質浄化と水生植物(水草)の役割—石土池における応用生態工学の適用—” 高知工科大学 2002 年度村上研究室論文
- 2) 下司康弘, 2003, “沈水性水草を利用した雨水調整池の自然再生への取り組み—石土池におけるモデル実験—” 高知工科大学 2003 年度村上研究室論文
- 3) 村上雅博, 浅枝隆, 林紀夫 1996, “バイオマニキュレーション—生物多様性に配慮したアクティブな水界生態管理の応用技術—, 水文・水資源学会誌第 9 巻 4 号”, pp. 367-375
- 4) RIZA, (1999), “Stoneworts” pp. 20-29